昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*, November 2009, 52(11): 1280 - 1284 ISSN 0454-6296

家蝇和大头金蝇在麦麸和猪瘦肉上的产卵选择和发育差异

王争艳，莫建初*
(浙江大学昆虫科学研究所城市昆虫学研究中心，杭州 310029)

摘要：在中国许多地区，大头金蝇 *Chrysomya megacephala* F. 已侵入过去由家蝇 *Musca domestica* L. 占绝对优势的垃圾生态位，逐渐成为城市蝇类的优势种。为了解单独和混合饲养时食物种类对家蝇和大头金蝇幼虫生长发育的影响，在室内观察了野外大头金蝇和家蝇 F_1 代在湿麦麸、猪瘦肉以及两者混合物上的产卵选择和生活史。结果显示：(1) 大头金蝇嗜在含有猪瘦肉的基质上产卵，而家蝇嗜在含有麦麸的基质上产卵；(2)初孵家蝇和大头金蝇幼虫都能在含有瘦肉的食物上发育至成虫。在麦麸上，初孵家蝇幼虫能发育至成虫，而初孵和2龄大头金蝇幼虫在进入下一龄期前全部死亡，但少数3龄大头金蝇幼虫能发育至成虫；(3)等量初孵家蝇与大头金蝇在含有猪瘦肉的食物上共同生长时，与家蝇相比，大头金蝇的发育历期较短、存活率较高。与家蝇在麦麸上共同生长时，与在麦麸上独立生长的同龄大头金蝇相比，大头金蝇的发育历期较短、存活率较高。这些结果表明，共生时家蝇可促进大头金蝇对植物质营养的利用，这也许是大头金蝇能成功侵入家蝇占绝对优势的垃圾生态位的一个重要原因。

关键词：大头金蝇；家蝇；营养利用；产卵选择；生长发育；种间竞争
中图分类号：Q968.1　**文献标识码**：A　**文章编号**：0454-6296(2009)11-1280-05

Difference in oviposition preference and development between *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) and *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) on wheat bran and pork muscle

WANG Zheng-Yan, MO Jian-Chu* (Urban Entomology Research Center, Institute of Insect Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: In many areas in China, *Chrysomya megacephala* F. has gradually invaded the ecological niches occupied by *Musca domestica* L. and become the dominant species at garbage sites in the urban areas. To explore the influence of foods on the development of *M. domestica* and *C. megacephala* larvae when they were reared solely or jointly, the oviposition preference and life history of the F_1 generation of wild blowfly *C. megacephala* and housefly *M. domestica* on wet wheat bran, pork muscle and their mixture were observed in the laboratory. The results showed that: (1) Blowflies preferred to lay their eggs on substrates containing pork muscle while houseflies preferred to lay their eggs on substrates containing wheat bran. (2) Newly-hatched housefly and blowfly larvae could reach adulthood on diets containing pork muscle. When raised on wheat bran, newly-hatched housefly larvae could reach adulthood while newly-hatched and 2nd instar blowfly larvae all died before entering into the next instar, but some 3rd instar blowfly larvae could reach adulthood. (3) When the same number of newly-hatched housefly and blowfly larvae grew mixedly on diets containing pork muscle, blowflies exhibited shorter developmental duration and higher survival rate than houseflies. When reared mixedly with houseflies on wheat bran, blowflies showed shorter developmental duration and higher survival rate than the same instar blowflies that grew solely on wheat bran. These results suggest that in coexistence the housefly can promote the utilization of the vegetable resource by the blowfly. This might be one of important reasons why the blowfly can invade successfully the ecological niches occupied dominantly by the housefly.

Key words: *Chrysomya megacephala*; *Musca domestica*; nutrition utilization; oviposition preference; growth and development; interspecific competition

作者简介：王争艳，女，1979 年生，博士研究生，从事城市昆虫学研究
* 通讯作者 Author for correspondence, Tel./fax: 0571-86971695; E-mail: mojianchu@zju.edu.cn
收稿日期 Received: 2009-06-28; 接受日期 Accepted: 2009-09-16

在城市生态系统中，腐败垃圾是蝇类的主要孳生场所。在美国和英国，60% 的垃圾收集箱中垃圾孳生有蝇类幼虫（Quarterman *et al.*，1949；Boase，1999）。在全球的大部分地区，丽蝇属和家蝇属蝇类是城市垃圾的主要孳生蝇种。大头金蝇 *Chrysomya megacephala* F. 营腐食性和粪食性，主要孳生于稀人粪和腐败动物质中；家蝇 *Musca domestica* L. 营杂食性，多孳生于粪便、垃圾和腐败的植物质中（贾丽华和顾士圻，2006）。大多数情况下，自然环境中的大头金蝇和家蝇因食物和空间资源充足彼此间不具竞争压力，但垃圾中的动物有机质不足时，为了种群的生存繁衍，大头金蝇可能会改变其生活习性，竞争利用家蝇的食物资源。薛万琦和赵建铭（1996）及王俊刚（2006）等报道，大头金蝇能在植物材料上产卵和发育，不过因幼虫肠道内缺乏碳水化合物酶，其对植物有机质的利用能力较差（Hobson，1931）。

目前，大头金蝇已扩散至全球的大部分地区（Baumgartner and Greenberg，1984）。在南非的局部地区，这种蝇已竞争性地取代了本地生态位相似的 *Cochliomyia macellaria*（F.）。在中国许多地区，大头金蝇也已成功地侵入了过去由家蝇占绝对优势的垃圾生态位，逐渐成了城市蝇类的优势种（董大萍等，1997；王好齐等，2001；裘剑飞等，2005）。迄今为止，尚无大头金蝇如何竞争性取代家蝇的文献报道。为了解大头金蝇和家蝇在不同营养资源上的存活差异及两种蝇共存对彼此种群发展的影响，本研究以麦麸和猪瘦肉为材料，在实验室内观察野外大头金蝇和家蝇 F_1 代的产卵选择行为及单独或共同饲养时两者的发育状况，以期为大头金蝇种群扩张机制的解释提供一些基础信息。

1　材料与方法

1.1　供试大头金蝇和家蝇

在纱布笼内用红糖和水饲养从浙江大学华家池校区垃圾箱周围捕捉的 10 对家蝇或大头金蝇成蝇。需要蝇卵时，分别用新鲜猪瘦肉和湿麦麸收集大头金蝇和家蝇的卵。用野外成蝇的 F_1 代进行生活史和产卵实验。实验室温度约 25℃，相对湿度约 60%，光照 14L∶10D。

1.2　大头金蝇和家蝇产卵选择行为

分别选取 5 对幼虫期取食猪瘦肉的大头金蝇成虫，或幼虫期取食麦麸或猪瘦肉的家蝇成虫在纱布笼中用红糖和水饲养。在笼内四角随机放置 3 个盛有产卵基质的 100 mL 玻璃烧杯，烧杯内的产卵基质分别为含水量均为 65% 的新鲜碎猪瘦肉、湿麦麸和两者的混合物（重量比 1∶1）。用碎猪瘦肉满足家蝇喜在缝隙中产卵的习性。每个烧杯中的产卵基质具有近似相等的体积和表面积，尽量减少基质的几何特征对成蝇产卵量的影响。从产卵之日起连续 4 日，每日更换产卵基质，并记录基质中的卵量。为减少大头金蝇的集中产卵行为对选择结果的影响，统计数据为基质中 4 d 卵数之和。重复 5 次。

1.3　大头金蝇和家蝇生活史观察

为评估植物和动物材料对两种蝇发育的影响，分别用 10 g 湿麦麸、猪瘦肉和两者混合物（重量比 1∶1）饲养 20 头初孵化大头金蝇或家蝇幼虫；为评价麦麸对大头金蝇 2 龄及以上幼虫发育的影响，用 10 g湿麦麸饲养 10 头 2、3 龄大头金蝇幼虫。

为评估种间作用对两种蝇生长发育的影响，分别用 10 g 湿麦麸、猪瘦肉和两者混合物（重量比 1∶1）饲养共栖的 10 头初孵大头金蝇和家蝇幼虫；为进一步验证与家蝇共生有助于腐食性蝇类摄取植物有机质中的营养物质（彭宇和钟昌珍，1996），分别用 10 g 湿麦麸饲养 10 头 1 龄、2 龄或 3 龄大头金蝇幼虫与 10 头 1 龄、2 龄或 3 龄家蝇幼虫组成的 9 种异种共栖幼虫群体。

在所有生活史实验中，湿麦麸和猪瘦肉的含水量均为 75%。为获得实验所需龄期的幼虫，实验前用麦麸饲养家蝇幼虫，用瘦肉饲养大头金蝇幼虫。实验中用 100 mL 的玻璃烧杯饲养幼虫。烧杯用带有针孔的塑料薄膜封口以防止幼虫逃逸。每种组合重复 5 次。在预蛹期，将幼虫挑出，放在干净的烧杯中化蛹、羽化。在幼虫化蛹和成蝇羽化期，每天观察 2 次，记录幼虫化蛹和成虫羽化的时间和数量。因雌蝇翅长与交配成功机率和生殖能力呈正相关（Moller，1996），且与虫体重相比，它受到预蛹形成场所湿度和蛹期长短的影响较小，故选取翅长作为成虫形体大小的测定指标来评估幼虫在不同营养物质上的生长发育状况。如果处理中羽化的雌蝇超过 10 头，在羽化高峰选取 10 头雌蝇测定翅长（Goulson *et al.*，1999）。如果羽化的雌蝇总数少于 10 头，则测量所有羽化雌蝇的翅长。

1.4　数据统计处理

利用 DPS© 软件（唐启义和冯明光，2002）的单因素方差分析法（One-Way ANOVA）分析大头金蝇和家蝇的产卵选择和生活史参数，用最小显著差数

法(the least significant difference, LSD)对均数间的差异显著性进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 两种蝇的产卵基质选择

大头金蝇明显选择在瘦肉或瘦肉与麦麸的混合物上产卵($F=4.05$, $df=2$, 12, $P=0.045$),两者之间差异不显著,但不在麦麸上产卵。幼虫期取食麦麸($F=161$, $df=2$, 12, $P<0.001$)或瘦肉($F=384$, $df=2$, 12, $P<0.001$)的家蝇都明显选择在麦麸和瘦肉的混合物上产卵,在麦麸上产少量卵,在瘦肉上未产卵(表1)。

表1 家蝇和大头金蝇在不同基质上的产卵比例(%)

Table 1 Percentage of eggs laid on different substrates in *Musca domestica* and *Chrysomya megacephala*

蝇种 Species	幼虫期食物 Larval diet	产卵基质 Oviposition substrate		
		麦麸 Wheat bran	猪瘦肉 Pork muscle	混合物 Mixed diet
家蝇 *M. domestica*	麦麸 Wheat bran	13.04 ± 10.11 a	0 ± 0 b	86.96 ± 10.11 c
	猪瘦肉 Pork muscle	3.42 ± 7.65 a	0 ± 0 b	96.58 ± 7.65 c
大头金蝇 *C. megacephala*	猪瘦肉 Pork muscle	0 ± 0 a	47.32 ± 39.47 b	52.68 ± 39.47 b

同行数据(平均值±标准差)标有相同字母的差异不显著($P>0.05$, LSD)。Means (± *SD*) within each row followed by the same letter are not significantly different ($P>0.05$, LSD).

2.2 单独生长时两种蝇的生长发育状况

初孵家蝇幼虫在瘦肉、麦麸和两者混合物上能正常发育至成虫,其中取食瘦肉的家蝇发育历期最短($F=351$, $df=2$, 186, $P<0.001$),取食混合物的家蝇成虫翅最长($F=49.35$, $df=2$, 27, $P<0.001$);初孵大头金蝇幼虫只能在含有瘦肉的食物上发育至成虫,其中取食瘦肉的大头金蝇发育历期较短($F=70.78$, $df=1$, 180, $P<0.001$)、存活率最高($F=2\,082$, $df=2$, 12, $P<0.001$)和成虫翅较长($F=1\,324$, $df=1$, 18, $P<0.001$;表2)。在麦麸上生长时,多数初孵、2龄大头金蝇幼虫爬离麦麸,停留在食物上方的烧杯内壁,拒绝取食麦麸,在进入下一龄期之前全部死亡,而少数3龄大头金蝇幼虫能够发育至成虫(表4)。

表2 单独饲养的家蝇和大头金蝇的发育状况

Table 2 Development of *Musca domestica* and *Chrysomya megacephala* bred separately

蝇种 Species	幼虫期食物 Larval diet	发育历期(d)* Developmental duration	存活率(%)** Survival rate	翅长(mm) Wing length
家蝇 *M. domestica*	麦麸 Wheat bran	12.6 ± 0.6 a	65.00 ± 14.58 a	5.0 ± 0.1 a
	猪瘦肉 Pork muscle	10.7 ± 0.4 b	62.00 ± 7.58 a	4.9 ± 0.1 a
	混合物 Mixed diet	10.9 ± 0.3 c	62.00 ± 9.75 a	5.3 ± 0.1 b
大头金蝇 *C. megacephala*	麦麸 Wheat bran	–***	0 ± 0 a	–***
	猪瘦肉 Pork muscle	8.6 ± 0.1 a	95.00 ± 3.54 b	7.0 ± 0.0 a
	混合物 Mixed diet	9.0 ± 0.0 b	87.00 ± 2.74 c	5.5 ± 0.0 b

* 初孵幼虫发育至成虫羽化的历期;** 从实验开始到成虫羽化的存活率;*** 无成虫羽化;表3,4同。同种蝇的同列数据(平均值±标准差)标有相同字母的差异不显著($P>0.05$, LSD)。* Developmental duration from newly-hatch larva to adult emergence; ** Survival rate from start of the test to adult emergence; *** No adult was found. The same for Table 3 and 4. Means (± *SD*) of the same species within each column followed by the same letter are not significantly different ($P>0.05$, LSD).

2.3 混合饲养时两种蝇的生长发育状况

家蝇与大头金蝇初孵幼虫在麦麸上共生时,家蝇能正常发育至成虫,而大头金蝇幼虫在进入2龄前全部死亡;当两种蝇初孵幼虫在瘦肉或瘦肉与麦麸的混合物上共生时,与家蝇相比,大头金蝇的发育历期较短($F=1\,566$, $df=1$, 70, $P<0.001$; $F=187$, $df=1$, 88, $P<0.001$)和存活率较高($F=8\,363$, $df=1$, 8, $P<0.001$; $F=12$, $df=1$, 8, $P=0.008$)(表3)。

表 3　家蝇和大头金蝇初孵幼虫混合饲养时的发育状况

Table 3 Development of newly-hatched larvae of *Musca domestica* and *Chrysomya megacephala* reared mixedly

幼虫期食物 Larval diet	蝇种 Species	发育历期(d) Developmental duration	存活率(%) Survival rate
麦麸 Wheat bran	家蝇 *M. domestica*	13.0 ± 0.5	62.00 ± 3.04 a
	大头金蝇 *C. megacephala*	–	0 ± b
猪瘦肉 Pork muscle	家蝇 *M. domestica*	12.0 ± 0.4 a	44.00 ± 1.37 a
	大头金蝇 *C. megacephala*	8.5 ± 0.3 b	100.00 ± 0.00 b
混合物 Mixed diet	家蝇 *M. domestica*	10.3 ± 0.3 a	84.00 ± 5.48 a
	大头金蝇 *C. megacephala*	9.0 ± 0.5 b	96.00 ± 5.48 b

在同种食物上，同列数据(平均值 ± 标准差) 标有相同字母的差异不显著($P > 0.05$)。Means (± *SD*) on the same diet within each column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$).

当两种蝇不同龄期的幼虫在麦麸上共生时，仅与 3 龄家蝇幼虫共生的个别 2 龄大头金蝇幼虫(发育历期 9.5 d、存活率为 0 ~4%、成虫翅长 4.7 mm)及与 2 龄或 3 龄家蝇幼虫共生的 3 龄大头金蝇幼虫能发育至成虫。与用麦麸单独饲养的 3 龄幼虫相比，在麦麸上与 2 龄或 3 龄家蝇幼虫共生的 3 龄大头金蝇幼虫发育至成虫的发育历期明显缩短($F = 39.96$，$df = 2, 62$，$P < 0.001$)、存活率明显上升($F = 58.24$，$df = 2, 12$，$P < 0.001$)(表 4)。

表 4　大头金蝇 3 龄幼虫与不同龄期家蝇幼虫在麦麸上共生时的发育状况

Table 4 Development of 3rd instar larvae of *Chrysomya megacephala* mixed with different instar larvae of *Musca domestica* on wheat bran

种群组成 Population composition		发育历期(d) Developmental duration	存活率(%) Survival rate	翅长(mm) Wing length
家蝇 *M. domestica*	大头金蝇 *C. megacephala*			
2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	8.4 ± 0.2 a	52.00 ± 8.37 a	5.6 ± 0.1 a
3 龄 3rd instar	3 龄 3rd instar	8.2 ± 0.3 a	74.00 ± 15.16 b	5.6 ± 0.2 a
–	3 龄 3rd instar	10.0 ± 0.0 b	4.00 ± 5.48 c	5.6 ± 0.4 a

–：不含家蝇 *M. domestica* absent. 同列数据(平均值 ± 标准差) 标记有相同字母的差异不显著($P > 0.05$, LSD)。Means (± *SD*) within each column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$, LSD).

3　讨论

野外家蝇和大头金蝇的 F_1 代成虫都嗜在麦麸和瘦肉的混合物上产卵，这是蝇类长期利用并适应组份复杂的垃圾资源的结果。大头金蝇只有在动物有机质(猪瘦肉)上才能完成整个生活史，当它与家蝇在含有瘦肉的基质上共生时，它的竞争能力比家蝇强。同时，大头金蝇也喜在含有瘦肉的基质上产卵，这是该蝇长期适应进化的结果。家蝇由于肠道内具有以淀粉酶为主的消化酶系(杨东升和张金桐，2002)，其幼虫对植物性营养物质的利用能力较强。因此，家蝇喜在含麦麸的基质上产卵，这是家蝇寻求新的生态位、避免在动物有机质上与腐食性蝇类竞争资源的一种生态策略。但家蝇在瘦肉与麦麸的混合物上产卵最多，这可能是混合物中高蛋白含量的瘦肉满足了雌蝇卵巢发育的蛋白质需求。

大头金蝇成蝇喜在粪便、腐肉和其他腐烂有机物上产卵，幼虫杂食性而偏尸食性和粪食性。但动物有机质资源缺乏时，它也利用植物有机质作为产卵基质和营养物质。王俊刚(2006)发现大头金蝇会在麦麸上产少量的卵，薛万琦和赵建铭(1996)则发现玉米窝头中有大头金蝇幼虫孳生。我们的研究则显示，在有动物质存在的情况下，大头金蝇不会在麦麸上产卵。

Saunders 和 Bee(1995)认为幼虫营腐食性的红头丽蝇 *Calliphora vicina*，其正常化蛹依赖于第 3 龄期前 3 –6 h 的营养摄取量。这可以解释本试验中

部分3龄大头金蝇幼虫能在麦麸上独立发育至成虫的现象。此外，本研究还发现，原本在麦麸上不能完成发育的大头金蝇2龄幼虫，当与3龄家蝇幼虫共生时，其个别幼虫则能发育至成虫；并且，与家蝇共生的大头金蝇3龄幼虫的发育状况比麦麸单独饲养的明显要好，这说明共生的家蝇促进了大头金蝇对麦麸的消化利用，这一结果与彭宇和钟昌珍(1996)的研究一致。

城市环境中，垃圾的组分变化不定。由于蝇类主要利用垃圾组分中的植物和/或动物有机质来满足幼虫的营养需求。因此，蝇类对不同营养物质的利用能力直接决定了其种群发展的兴衰。随着经济的发展，城市生活垃圾中的有机物组分特别是动物有机质的含量逐渐增加(周俊和贾艳杰，2003；赵吉等，2005)。当大头金蝇和家蝇同时生活在动物有机质含量较高的垃圾中时，由于大头金蝇具有比家蝇更强的竞争能力，大头金蝇种群无疑会比家蝇种群得到更好的发展。在垃圾中植物有机质占较大比重的情况下，由于共生的家蝇能促进大头金蝇对植物有机质的消化利用，部分大头金蝇也能顺利完成发育。显然，大头金蝇的这一生存策略有利于其入侵新的垃圾生态位，这也可能是它在许多地区成为城市垃圾堆放场所蝇类优势种的一个重要原因。

参考文献(References)

Baumgartner DL, Greenberg B, 1984. The genus *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in the New World. *J. Med. Entomol.*, 21(1): 105-113.

Boase CJ, 1999. Trends in urban refuse disposal: a pest's perspective. In: Robinson WH, Rettich F, Rambo GW eds. Proceedings of the 3rd International Conference on Urban Pests. Czech University of Agriculture, Prague. 83-98.

Dong DP, Liu KL, Yue JL, 1997. Analysis of the monitoring of flies in Hubei province, 1987-1993. *Chin. J. Vector Biol. Control*, 8(4): 267-269. [董大萍，刘开林，岳金亮，1997. 湖北省1987至1993年常见蝇类监测结果分析. 中国媒介生物学及控制杂志，8(4): 267-269]

Goulson D, Bristow L, Elderfield E, Brinklow K, Parry-Jones B, Chapman JW, 1999. Size, symmetry and sexual selection in the housefly *Musca domestica*. *Evolution*, 53(2): 527-537.

Hobson RP, 1931. Studies on the nutrition of blow-fly larvae. I. Structure and function of the alimentary tract. *J. Exp. Biol.*, 8(2): 109-123.

Jia LH, Gu SQ, 2006. Guides to the Food Safety Control in the Catering Industry. Hebei Education Press, Shijiazhuang. 249. [贾丽华，顾士圻，2006. 餐饮业食品安全控制指南. 石家庄：河北教育出版社. 249]

Moller AP, 1996. Sexual selection, viability selection, and developmental stability in the domestic fly *Musca domestica*. *Evolution*, 50(2): 746-752.

Peng Y, Zhong CZ, 1996. Commensalism phenomenon of a *Sarcophaga* sp. and *Musca domestica*. *Entomol. Knowl.*, 33(6): 371-372. [彭宇，钟昌珍，1996. 一种麻蝇与家蝇的共栖现象. 昆虫知识，33(6): 371-372]

Qiu JF, Wei Y, Jin WD, Mao LF, Bao WX, Fang YQ, 2005. Investigation of species composition of fly in Shaoxing city area. *Chin. J. Vector Biol. Control*, 16(4): 281-283. [裘剑飞，韦悦，金伟东，毛龙飞，鲍文娴，方宇泉，2005. 绍兴市区蝇类种群构成调查分析. 中国媒介生物学及控制杂志，16(4): 281-283]

Quarterman KD, Baker WC, Jensen JA, 1949. The importance of sanitation in municipal fly control. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 29(6): 973-982.

Saunders DS, Bee A, 1995. Effects of larval crowding on size and fecundity of the blowfly, *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae). *Eur. J. Entomol.*, 92(4): 615-622.

Tang QY, Feng MG, 2002. DPS Data Processing System for Practical Statistics. Science Press, Beijing. 43-48. [唐启义，冯明光，2002. 实用统计分析及其DPS数据处理系统. 北京：科学出版社. 43-48]

Wang HQ, Bao YX, Wang FB, 2001. Composition of fly species in Jinhua city area. *Chin. J. Vector Biol. Control*, 12(1): 38-40. [王好齐，鲍毅新，王飞豹，2001. 金华市区蝇类组成研究. 中国媒介生物学及控制杂志，12(1): 38-40]

Wang JG, 2006. The Artificial Rearing Technology and Pollinating Behavior of *Chrysomya megacephala* (Fabricius). PhD Dissertation, Huazhong Agricultural University, Wuhan. 42-44. [王俊刚，2006. 大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)人工饲养技术及授粉行为学的研究. 武汉：华中农业大学博士学位论文. 42-44]

Xue WQ, Zhao JM, 1996. Flies of China. Liaoning Science and Technology Press, Shenyang. 1 467. [薛万琦，赵建铭，1996. 中国蝇类. 沈阳：辽宁科学技术出版社. 1 467]

Yang DS, Zhang JT, 2002. Effects of toosendanin on the histiocyte and diastatic activity in the midgut of *Musca domestica*. *Acta Parasitol. Med. Entomol. Sin.*, 9(1): 39-42. [杨东升，张金桐，2002. 川楝素对家蝇幼虫中肠细胞及淀粉酶活性的影响. 寄生虫与医学昆虫学报，9(1): 39-42]

Zhao J, Sun WG, Yang JL, Jiang QH, 2005. Composition and characteristic analysis of municipal solid waste in Hohhot City. *Acta Sci. Nat. Univ. Nei Mongol*, 36(1): 100-103. [赵吉，孙卫国，杨加利，姜庆宏，2005. 呼和浩特市城市生活垃圾组成及特性分析. 内蒙古大学学报(自然科学版)，36(1): 100-103]

Zhou J, Jia YJ, 2003. Study on present situation and strategy of MSW in Tianjin City. *J. Tianjin Norm. Univ.* (*Nat. Sci. Ed.*), 23(3): 52-55. [周俊，贾艳杰，2003. 天津市城市生活垃圾现状及综合处理对策研究. 天津师范大学学报(自然科学版)，23(3): 52-55]

(责任编辑：袁德成)